

セロテープ試験と画像処理による耐候性鋼橋梁のさび外観評点評価の適用性

山口大学大学院 学生会員○大藤 駿
 山口大学大学院 正会員 蓮池里菜
 山口大学大学院 正会員 麻生稔彦

1. はじめに

無塗装耐候性鋼橋梁の建設は 2000 年前後にピークを迎え、以後は減少しているものの、2020 年度においても耐候性鋼橋梁は新設鋼橋梁の約 14%を占めている¹⁾。耐候性鋼橋梁を長期間使用するためには鋼材表面のさび生成状態を定期的に把握する必要がある。さび状態を定量的に把握する手法として画像解析により評価する手法が提案されているものの、実用に供されていない。そこで本検討では、画像処理からさびの粒径加積曲線を求め、さび状態を評価する手法の適用性を検討した。

2. 評価手法

今回用いた手法では、セロテープ試験から得られた試料に画像処理を適用し、さび面積、粒子数、円相当径を求める。

これより、図-1 に示す粒径加積曲線を算出する。ここで、円相当径とはさび粒子の面積を円に置き換えた時の円の直径であり、累加百分率とは各円相当径の粒子面積に対する百分率の和である。この粒径加積曲線より、累加百分率 40%と 100%の粒径より表-1 の閾値からさび外観評点を求める手法が提案されている²⁾。本研究では、山口県内の 11 橋の耐候性鋼橋梁においてセロテープ試験を実施し、その目視評価と推定した外観評点を比較する。セロテープ試験は同一ヶ所について試料を 3 回採取した。セロテープ試験では通常 1 回目の試料について評価される場合が多いが今回は 3 回の試料による評価の差についても検討する。

3. 評価結果

本研究で得られた試験試料は 7 つの橋梁について 28 か所×3 枚の計 84 枚であり、それぞれの評点結果と目視評価を表-2 に示す。1 回目と目視評価の一致率は 64%(18/28)、2 回目と目視評価の一致率は 57%(16/28)、3 回目と目視評価の一致率は 64%(18/28)となった。最大でも 64%の一致率であり、セロテープ試験の実施回数毎の一致率をそれぞれの外観評点別に表-3 に示す。表-3 より、外観評点 5 での一致率はそれぞれ 42%(5/12)、58%(7/12)、75%(9/12)、表-5 より、外観評点 1 または 2 での一致率はそれぞれ 85%(11/13)、62%(8/13)、54%(7/13)となった。外観評点 4 または 5 では 3 回目採取した試料が高い一致率を示し、外観評点 1 または 2 では 1 回目採取した試料で高い

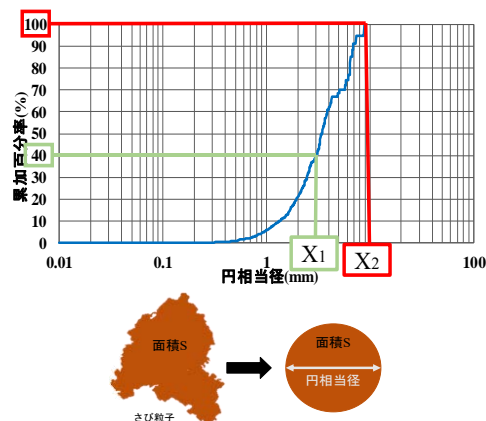


図-1 粒径加積曲線例

表-1 評点評価基準

	代表円相当径 X_1 (累加百分率40%)	最大円相当径 X_2 (累加百分率100%)
評点4以上	2mm未満	4mm未満
評点3	2mm以上4mm未満	4mm以上7mm未満
評点2以下	4mm以上	7mm以上

表-2 評点結果

橋梁名	桁部位	解析結果			目視 評価
		1回目	2回目	3回目	
A橋	A2G1外L-Flg上	3	4	4	5
	A2G2外Web	4	4	4	5
	A2G2L-Flg上	3	2	2	4
B橋	A2G1外Web	4	4	4	5
	A1G6L-Flg下	4	4	4	5
	A1G6外L-Flg上	2	3	3	2
C橋	A1G6外Web	4	4	4	5
	A1G6外H-Flg下	2	3	3	2
	A1G5(G6側)Web	4	4	4	5
D橋	A1G5(G6側)L-Flg上	2	2	2	2
	A1G4(G5側)L-Flg上	2	2	2	1
	A1G1耳桁L-Flg上	3	2	3	3
E橋	A1G1耳桁内Web	3	3	4	4
	A1G7(G8側)L-Flg上	2	3	3	2
	A1G7(G8側)Web	3	4	4	4
F橋	A1G7L-Flg下	2	3	3	1
	A1G7(G6側)Web	3	3	3	1
	A1G4(G5側)L-Flg上	2	2	2	1
G橋	A1G2(G3側)L-Flg上	2	2	3	1
	A2G4外L-Flg上	2	2	2	2
	A2G4外Web	3	3	4	5
H橋	A2G2(G1側)L-Flg上	3	2	2	2
	A2G1(G2側)L-Flg上	3	3	3	5
	A2G1(G2側)Web	3	4	4	5
I橋	A2G2(G1側)Web	3	3	3	4
	A1G2(G3側)Web	2	3	3	1
	A1G2(G3側)L-Flg上	2	2	2	1
J橋	A1G2L-Flg下	2	2	2	1
	目視評価との一致率(%)	64	57	64	

キーワード 耐候性鋼橋梁, セロテープ試験, 粒径加積曲線

連絡先 〒755-8651 山口県宇部市常盤台2丁目16-1 山口大学工学部 TEL 0836-85-9323

一致率を示す。これは、評点4または5では図-2に示すように、採取時にごみや土を採取してしまうこと、評点1または2では図-3に示すように、大きなさびや剥離さびが1回目に採取されるため2回目以後の評価が異なると考えられる。そのため、セロテープ試験の実施にあたってはセロテープ付着前に十分注意して浮きさびや塵埃を除去すれば、1回目の試料により評価できると考える。現状ではセロテープ試験の実施は細かく規定されていない。そのため、セロテープ試験のさらなるマニュアル化が必要であろう。また、I橋にみられるように目視では評点1の剥離さびと評価されたものでもセロテープ試験では回数にかかわらず評点3となるものがある。これは剥離さびが剥落後のセロテープ試験では大きなさびが採取できないためである。そのため、さび評価にあたっては現場での観察を欠かすことはできない。部位別ではさび粉や土がたまりやすい下フランジ上面での評価の不一致が多くみられると予想したが、ウェブにおいても評価の不一致がみられた。

4. まとめ

本検討では、画像処理による耐候性鋼材のさび評価の適用性について検討した。この評価法はスクリーニング手法として運用可能と考えるが、セロテープ試験の実施にあたっては注意が必要である。また、さび評価のためには現場での観察も必要である。耐候性鋼材上のさび評価には機械学習の適用も検討されている。今後、本手法と機械学習との比較を行いたい。

参考文献

- 1) (一社)日本橋梁建設協会：耐候性鋼橋の実績資料集，2020
- 2) Toshihiko Aso, et.al.:Rust Rating System using Image Analysis for Weathering Steel Bridges,Proc. Of. BEI conference pp.89-92, 2019.

表-3 一致率(評点4, 5)

評点4または評点5	粒径加積曲線による評価		
	1回目	2回目	3回目
技術者	42%	58%	75%
目視評価	(5/12)	(7/12)	(9/12)

表-4 一致率(評点3)

評点3	粒径加積曲線による評価		
	1回目	2回目	3回目
技術者	67%	33%	67%
目視評価	(2/3)	(1/3)	(2/3)

表-5 一致率(評点1, 2)

評点1または評点2	粒径加積曲線による評価		
	1回目	2回目	3回目
技術者	85%	62%	54%
目視評価	(11/13)	(8/13)	(7/13)

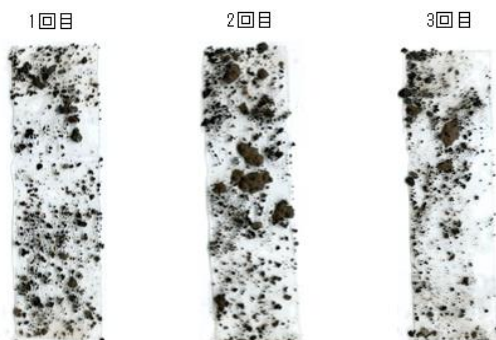
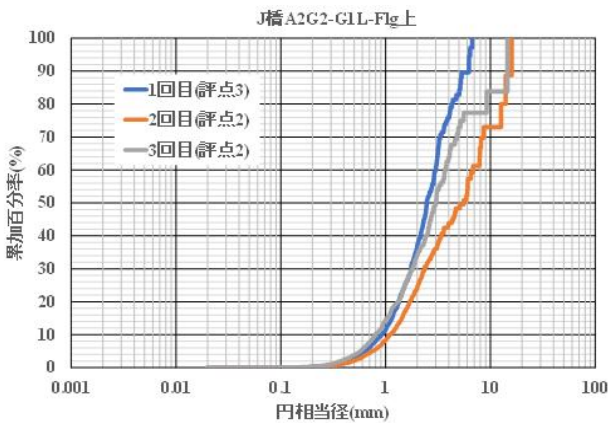


図-2 J 橋 A2G2(G1 側)L-Flg 上の粒径加積曲線

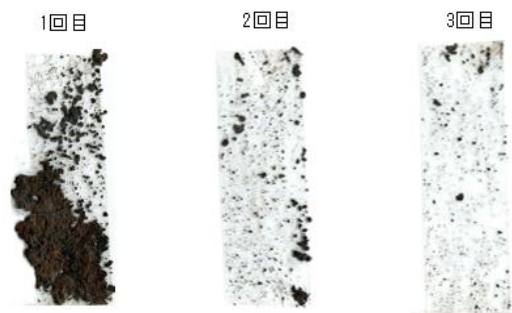
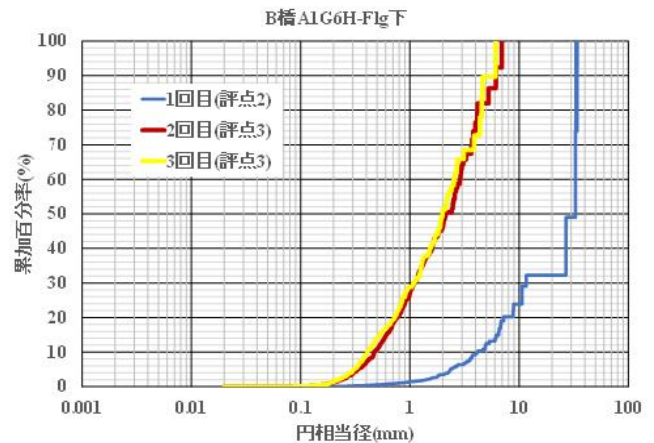


図-3 B 橋 A1G6 外 H-Flg 下の粒径加積曲線